

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
25. Oktober 2001 (25.10.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/79882 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **G01S 13/72**,
13/93

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE01/01276

(22) Internationales Anmeldedatum:
31. März 2001 (31.03.2001)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
100 18 556.8 14. April 2000 (14.04.2000) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE]; Postfach 30 02
20, 70422 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **WINNER, Hermann**
[DE/DE]; Im Mehl 3, 76229 Karlsruhe (DE). **LUEDER,**
Jens [DE/DE]; Im Obstgarten 20, 70806 Kornwestheim
(DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): JP, KR, US.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,
BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,
NL, PT, SE, TR).

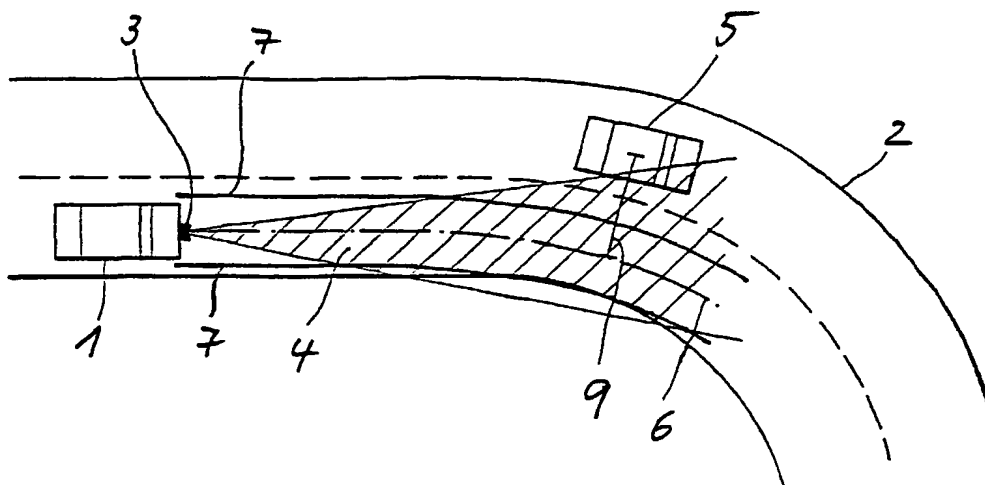
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht
— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden
Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen
eintreffen

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR ADJUSTING THE SPEED OF A MOTOR VEHICLE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR REGELUNG DER GESCHWINDIGKEIT EINES FAHRZEUGS



(57) Abstract: Disclosed is a method for adjusting the speed of a motor vehicle (1), wherein the yaw or rotation rate in the vehicle (1) to be adjusted is detected, especially in order to determine the curvature (k) of the driving trajectory, and wherein detection occurs with respect to a vehicle (5,8) traveling ahead or at least an object within a sensor detection area (7), especially with regard to a mismatch vis a vis the course of the vehicle to be adjusted. The mismatch (yc) vis-a-vis the course of the vehicle (5) travelling ahead is determined in predetermined measuring cycles and is delayed for a given length of time. A historic course mismatch (yc^{hist}) with the respectively real curvature (K) of the driving trajectory is determined, resulting in easier and quicker anticipation of the course of the vehicle to be adjusted.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 01/79882 A1



Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Verfahren zur Regelung der Geschwindigkeit eines Fahrzeuges (1) vorgeschlagen, bei dem im zu regelnden Fahrzeug (1) die Gier- oder Drehrate, insbesondere zur Ermittlung der Krümmung (k) der eigenen Fahrtrajektorie, erfasst wird und bei dem mit einem Abstands- oder Positionssensor (6) mindestens ein vorausfahrendes Fahrzeug (5, 8) oder mindestens ein sonstiges Objekt innerhalb eines Sensorerfassungsbereichs (7) detektiert wird, insbesondere hinsichtlich eines Versatzes vom Kurs des zu regelnden Fahrzeuges. Dadurch, dass der in vorgegebenen Messzyklen ermittelte Kursversatz (yc) eines vorausfahrenden Fahrzeuges (5) um eine vorgegebene Zeitspanne (t_{hist}) verzögert und mit der dann jeweils aktuellen Krümmung (k) der Fahrtrajektorie ein historischer Kursversatz (yc_{hist}) ermittelt wird kann eine einfache und schnelle Vorhersage des Kurses des zu regelnden Fahrzeuges (1) getroffen werden.

Verfahren zur Regelung der Geschwindigkeit eines Fahrzeugs

Stand der Technik

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Regelung der Geschwindigkeit eines Fahrzeuges, insbesondere unter Einbeziehung von vorausfahrenden Fahrzeugen, nach dem Oberbegriff des Hauptanspruchs.

Es ist aus der DE 42 42 700 A1 bekannt, dass ein Radar- oder Infrarotsensor zur Erfassung der vorausfahrenden Fahrzeuge an einem Fahrzeug angebracht ist. Dieser Radarsensor ist z.B. ein Baustein eines Fahrzeugkomfortsystems ACC (Adaptiv Cruise Control), bei dem ständig Informationen über den Abstand und die Relativgeschwindigkeit des Fahrzeuges zu anderen Fahrzeugen und zu den Straßengegebenheiten verarbeitet werden.

Die Grundfunktionen des oben beschriebenen Systems betreffen die Regelung der Fahrgeschwindigkeit entweder auf eine Sollgröße, hier die Wunschgeschwindigkeit, oder auf die Geschwindigkeit eines vorausfahrenden Fahrzeugs, falls dieses langsamer als die Wunschgeschwindigkeit fährt und sich dieses im Detektionsbereich des Radarsensors befindet. Dieser Sensor kann beispielsweise, wie oben erwähnt, Bestandteil eines Mikrowellenradars oder eines Infrarotlidars sein und misst dazu den Abstand, die

Relativgeschwindigkeit und den Winkel von Objekten, insbesondere von vorausfahrenden Fahrzeugen innerhalb des Detektionsbereichs.

Aus der DE 197 22 947 C1 ist ein Verfahren bekannt, bei dem zusätzlich zur Messung der zuvor beschriebenen Größen auch der zukünftige Kursverlauf des Fahrzeuges mit dem ACC-System in die Regelung mit einbezogen wird, um den zukünftigen Fahrkorridor zu bestimmen. Hierzu wird der zukünftige Kursbereich wenigstens eines vorausfahrenden Fahrzeuges bestimmt und dann zu allen detektierten Fahrzeugen ein seitlicher Querversatz ermittelt. Bei stationären Krümmungsverhältnissen der Fahrbahn, d.h. in einem Geradenstück oder im Bereich der konstanten Krümmung einer Kurve, lässt sich beim bekannten Verfahren auch leicht mit Hilfe eines gut abgeglichenen Gier- oder Drehratensignals der zukünftige Fahrkorridor bestimmen.

Aus der Gierrate des ACC-Fahrzeugs kann hier mit an sich bekannten Verfahrensschritten die Krümmung der Fahrbahn und damit auch der Kursversatz eines vorausfahrenden Fahrzeuges bestimmt werden. Ist dieser Kursversatz betragsmäßig kleiner als eine vorbestimmte Breite des Fahrkorridors, dann kann darauf geschlossen werden, daß das vorausfahrende Fahrzeug sich im Fahrkorridor des ACC-Fahrzeugs befindet. Bei sich ändernden Verhältnissen, insbesondere im Kurveneingangsbereich, kann jedoch in der Regel die Zugehörigkeit zum Fahrkorridor nicht mehr richtig bestimmt werden, so dass ein auf der rechten Nachbarspur vorausfahrendes Fahrzeug bei einer beginnenden Linkskurve fälschlicherweise zum Fahrkorridor gerechnet werden kann. Dies führt zu störenden Regelreaktionen, wobei die Ursache hier die fehlende Prädiktion der Krümmung ist, da die ermittelte Krümmung immer auf den aktuellen Zeitpunkt

bezogen ist und damit zu spät auf eine Krümmungsänderung reagiert wird.

Vorteile der Erfindung

Ein Verfahren zur Regelung der Geschwindigkeit eines Fahrzeuges der eingangs genannten Art, bei dem im zu regelnden Fahrzeug die Gier- oder Drehrate, insbesondere zur Ermittlung der Krümmung der eigenen Fahrtrajektorie, erfasst wird und bei dem mit einem Abstands- oder Positionssensor mindestens ein vorausfahrendes Fahrzeug oder mindestens ein sonstiges Objekt innerhalb eines Sensorerfassungsbereichs, insbesondere hinsichtlich eines Versatzes vom Kurs des zu regelnden Fahrzeugs, detektiert wird, wird erfindungsgemäß mit den kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruchs in vorteilhafter Weise weitergebildet.

Wie schon eingangs erwähnt, kann auf einfache Weise aus der gemessenen Gierrate des zu regelnden ACC-Fahrzeugs mit an sich bekannten Verfahrensschritten die Krümmung k der Fahrbahn errechnet werden, indem die Gierrate durch die Geschwindigkeit geteilt wird, und damit auch der Kursversatz y_c eines vorausfahrenden Fahrzeugs bestimmt werden. Im einzelnen kann der Kursversatz y_c nach folgender Formel bestimmt werden:

$$y_c = y_v + k \cdot d^2 / 2,$$

wobei die Größe y_v der gemessene Querversatz ohne Berücksichtigung der Krümmung k und d der Abstand zwischen dem zu regelnden Fahrzeug und dem gemessenen vorausfahrenden Fahrzeug sind.

Ist dieser Kursversatz y_c betragsmäßig kleiner als eine vorbestimmte Breite y_{lane} , dann kann darauf geschlossen

werden, daß das Objekt oder das Fahrzeug sich im Fahrkorridor des ACC-Fahrzeugs befindet, wobei y_{lane} etwa einer halben Fahrspurbreite entspricht.

Gemäß der Erfindung wird in vorteilhafter Weise der in vorgegebenen Messzyklen ermittelte Kursversatz y_c eines vorausfahrenden Fahrzeugs um eine vorgegebene Zeitspanne verzögert und mit der dann jeweils aktuellen Krümmung k der Fahrtrajektorie des zu regelnden Fahrzeugs ein historischer Kursversatz y_{chist} ermittelt. Die Verzögerung kann dabei vorteilhaft so gewählt werden, dass der historische Kursversatz y_{chist} nach etwa der Hälfte der Strecke zwischen dem zu regelnden Fahrzeug und dem gemessenen Fahrzeug bestimmt wird.

Das erfindungsgemäße Verfahren zur Geschwindigkeitsregelung eines ACC-Fahrzeugs gestattet somit auf einfache Weise alternativ zur für sich gesehen bekannten Vorausschau mittels videobasierender Spurerkennung oder Navigationssystemen einen relativ schnell und einfach durchzuführenden historischen Vergleich zwischen Position und Fahrtrajektorie der Fahrzeuge. Statt einer aufwendigen laufenden Transformation der gemessenen Daten wird erfindungsgemäß vereinfachend der gemessene Quersatz y_v um etwa die Zeitspanne t_{hist} , entsprechend der halben Zeitspanne zwischen den Fahrzeugen verzögert.

Aus diesem so verzögerten Wert y_{vhist} wird nun wie oben mit der aktuellen Krümmung k der sogenannte historische Kursversatz y_{chist} nach der Beziehung

$$y_{chist} = y_{vhist} - k \cdot d_{hist}^2 / 2$$

ermittelt, wobei d_{hist} als historischer Abstand zwischen dem zu regelnden Fahrzeug und dem gemessenen Fahrzeug ebenfalls

durch eine Verzögerung gebildet oder geschätzt wird.
Beispielsweise nach der Beziehung

$$d_{\text{hist}} = d_{\text{aktuell}} - v_r \cdot t_{\text{hist}}$$

Der Abstand d_{hist} berücksichtigt damit die Änderung des Abstands bei Geschwindigkeitsunterschieden. Anschaulich wirkt der Mechanismus wie folgt: die Krümmungsbestimmung erfolgt bildlich gesehen etwa auf der Mitte der Strecke zwischen dem ACC-Fahrzeug und dem gemessenem Objekt, allerdings um t_{hist} verspätet. Auch bei sich ändernden Krümmungen ist die mittlere Krümmung hier eine gute Schätzung und erlaubt eine recht präzise Kursversatzbestimmung.

Zur Vermeidung von unerwünschten Einschwingeffekten in den Fällen, in denen das Objekt noch nicht die Zeitspanne t_{hist} lang gemessen wurde und damit keine historischen Querversätze vorliegen ist es vorteilhaft, wenn eine dynamisch wachsende Verzögerungszeit $t_{\text{hist}/\text{dyn}}$ an die Stelle von der Zeit t_{hist} tritt, wobei die Zeitspanne bis zum Erreichen des Maximalwertes t_{hist} um den mit der Beobachtungsdauer wachsenden dynamischen Anteil ergänzt wird. Bis zum Erreichen dieses Maximalwertes ist zwar die Qualität des so berechenbaren y_{hist} etwas geringer, aber dieser Wert steht als Übergangswert immer bereit.

Weiterhin ist eine Filterung zum Ausgleich kurzzeitiger Krümmungsschwankungen durch Lenkbewegung oder des Signalrauschens vorteilhaft. Da diese Filterung das aktuelle Signal ebenfalls um t_{filter} verzögert, muss die Verzögerung der y_v -Werte ebenfalls um etwa diesen Wert länger dauern. Eine weitere Modifikation der Verzögerung kann z.B. in vorteilhafter Weise durch Filterzeiten des aktuellen Krümmungssignals k vorgenommen werden. Hierbei wird der

jeweils aktuelle Wert für die Krümmung k der Fahrtrajektorie des zu regelnden Fahrzeugs zu Mittelungszwecken um einen vorgegebenen Wert verzögert, wobei diese Verzögerung bei der Ermittlung des historischen Kursversatzes y_{hist} mit berücksichtigt wird.

Obwohl die Verzögerungszeiten bekannt sind, so dass t_{hist} aus Summe der halben Zeitlücke und der Filterzeit gebildet wird, können solche Modifikation der Zeitspanne t_{hist} sinnvoll sein, um mit einem Gesamtabgleich ein Funktionsoptimum zu erzielen. Insbesondere gilt dies, wenn die Größen nicht nur durch ein Verzögerungsglied gefiltert werden, sondern noch über tiefpassähnliche Filter gemittelt werden. Letzteres dient auch hier der Reduktion von Messfluktuationen. Eine Kombination aus Verzögerungsglied und Mittelungsfiler lässt sich beispielsweise auf einfache Weise mit Hilfe von Filtern möglichst konstanter Gruppenlaufzeit bilden, z.B. Besselfilter oder nacheinander geschaltete Filter mit einer kritischen Dämpfung.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass mit dem erfindungsgemäßen Verfahren eine einfache Bildung der historischen Kursversätze, insbesondere durch eine Kombination von Mittelung und Verzögerung, ohne eine aufwendige Speicherung der Spurdaten und ohne eine Transformation von solchen gespeicherten Daten vornehmen lässt. Es wird ein schnelles Ergebnis erzielt, da nur etwa die halbe Zeitlücke bis zum Ergebnis gewartet werden muss.

Um ein noch verbessertes Verfahren zur Prädiktion des Kursverlaufes des zu regelnden Fahrzeugs zu erhalten, ist es auch möglich, dass im zu regelnden Fahrzeug eine Anzahl weiterer Detektionseinrichtung zur Bestimmung der Kursversätze der vorausfahrenden Objekte vorhanden sind. Alle Ergebnisse dieser Detektionseinrichtungen können dann

ausgewertet und gewichtet werden. Die Auswertung und Gewichtung kann bevorzugt mittels einer Videokamera, einem vorzugsweise satellitengestützten Navigationssystem, einer Anordnung zur Auswertung von Standzielen oder einer Anordnung zur Ermittlung einer kollektiven Gier- oder Drehrate der vorausfahrenden Objekte durchgeführt werden.

Diese und weitere Merkmale von bevorzugten Weiterbildungen der Erfindung gehen außer aus den Ansprüchen auch aus der Beschreibung und den Zeichnungen hervor, wobei die einzelnen Merkmale jeweils für sich allein oder zu mehreren in Form von Unterkombinationen bei der Ausführungsform der Erfindung und auf anderen Gebieten verwirklicht sein und vorteilhafte sowie für sich schutzfähige Ausführungen darstellen können, für die hier Schutz beansprucht wird.

Zeichnung

Das erfindungsgemäße Verfahren zur Regelung der Geschwindigkeit eines Fahrzeuges unter Einbeziehung vorausfahrender Objekte wird anhand der Zeichnung erläutert.

Es zeigen:

Figur 1 eine Skizze eines gekrümmten Fahrbahnverlaufs mit einem in seiner Geschwindigkeit zu regelnden Fahrzeug und weiteren Objekten;

Figur 2 eine Skizze eines gekrümmten Fahrbahnverlaufs mit einem in seiner Geschwindigkeit zu regelnden Fahrzeug und weiteren Objekten zu verschiedenen Zeitpunkten;

Figur 3 ein Diagramm des Ausgangssignals eines eine Verzögerung bewirkenden Filters;

Figur 4 ein Prinzipschaltbild einer Spurwahrscheinlichkeit der sich in einem Fahrkorridor befindenden Objekte;

Figur 5 ein Diagramm zur Bewertung der verschiedenen Spurwahrscheinlichkeiten und

Figur 6 ein Blockschaltbild betreffend die Auswertung und Gewichtung verschiedener Detektionsmethoden bei der Erfassung von vorausfahrenden Objekten.

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

In Figur 1 ist ein zu regelndes ACC-Fahrzeug 1 gezeigt, dass sich auf einer Fahrbahn 2 mit mehreren Fahrspuren bewegt. Das Fahrzeug 1 weist z.B. einen Radarsensor 3 mit einem Radardetektionsbereich 4 auf; am Fahrzeug 1 sind auch noch weitere Detektionsanordnungen anbringbar, wie z.B. Video- oder Navigationseinrichtungen, mit denen die Fahrbahn 2 oder das Fahrbahnumfeld erfasst werden kann. Auf der Fahrbahn 2 befindet sich ein Fahrzeug 5 als ein vorausfahrendes Objekt, wobei in der Realität eine Mehrzahl solcher Objekte in verschiedenen Abständen und unterschiedlichen Geschwindigkeiten vorhanden sind.

Das ACC-System im Fahrzeug 1 beinhaltet eine hier nicht näher erläuterte Regelanordnung zur Beeinflussung der Geschwindigkeit und eine Vielzahl von Sensoren, wie z.B. einen Gier- oder Drehratensensor, einen Lenkwinkelsensor, Raddrehzahlsensoren oder einen Querschleunigungssensor. Eine strichpunktierte Linie 6 stellt den zukünftigen gewollten Kursverlauf, bzw. die Fahrtrajektorie des Fahrzeugs 1 dar und die beiden Linien 7 zeigen den zukünftigen Kursbereich bzw. Fahrkorridor. Mit einer Strecke 9 ist der seitliche Quer- oder Kursversatz des

vorausfahrenden Fahrzeugs 5 zum Fahrverlauf des Fahrzeugs 1 angegeben.

Im folgenden soll mit Bezug auf Figur 2 und 3 davon ausgegangen werden, dass zur Korrektur der Krümmung der eigenen Fahrtrajektorie 6 des Fahrzeugs 1 im Hinblick auf eine zu erwartende Krümmung der Fahrbahn 2 ein historischer Kurs- oder Lateralversatz in der Berechnung verwendet wird.

Gemäß des in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels wird der in vorgegebenen Messzyklen ermittelte Kursversatz y_c eines vorausfahrenden Fahrzeugs 8 um eine vorgegebene Zeitspanne verzögert und mit der dann jeweils aktuellen Krümmung k in Zeitpunkten t_1 , t_2 und t_3 der Fahrtrajektorie 6 ein historischer Kursversatz y_{hist} ermittelt. Die Verzögerung kann dabei vorteilhaft so gewählt werden, dass der historische Kursversatz y_{hist} in etwa auf der Hälfte der Strecke zwischen dem zu regelnden Fahrzeug 1 und dem gemessenen Fahrzeug 5 bestimmt wird.

Aus diesem so verzögerten Wert y_{vhist} wird nun wie oben mit der aktuellen Krümmung k der sogenannte historische Kursversatz y_{hist} nach der Beziehung

$$y_{hist} = y_{vhist} - k \cdot d_{hist}^2 / 2$$

ermittelt.

Figur 3 zeigt ein Diagramm des Ausgangssignals eines eine Verzögerung bewirkenden Filters. Auf der horizontalen Achse ist die Zeit in Sekunden dargestellt und auf der Senkrechten ist einheitslos/prinzipiell der Verlauf eines Ausgangssignals dargestellt. Der gezeigte beispielhafte Verlauf zeigt ein Maximum des Ausgangssignals im Bereich von

ca. 0,8 Sekunden. Dieses Maxima muss entsprechend der gewünschten Verzögerung angepaßt werden.

Nachfolgend soll eine Berechnungsmethode beschrieben werden mit der die zuvor beschriebene Berechnung unter Einbeziehung des historischen Kursversatz y_{hist} zur Kursprädiktion durchgeführt werden kann. Die gewählten Abkürzungen stellen die für die Eingabe in ein Datenverarbeitungssystem gängigen Kurzformen der entsprechend physikalischen Größen dar. Die Trajektorie wird hierbei vereinfacht als stückweise konstante Parabel angenommen. Die Parabelkrümmung wird ungefähr in der Mitte des Teilstücks zwischen Objekt 5 und Fahrzeug 1 (vgl. Figur 2) bestimmt. Da die Bestimmung des nunmehr einzigen Trajektorienkoeffizienten schon bei Erreichen der Mitte erfolgt, ist eine Verzögerung der Objektlateralversätze y_v auch nur bis zur Mitte erforderlich. Die zeitliche Verzögerung wird beispielsweise durch einen hier nicht dargestellten dreifach kaskadierten Tiefpass mit dynamischer Zeitkonstante τ_{auy} zur Verbesserung des Einschwingverhaltens erzielt. Es gelten hier folgende Beziehungen:

$$\tau_{\text{auy}}(t_j) = \text{MIN}(\tau_{\text{auyMax}}(t_j), \tau_{\text{auyMax}}(t_{j-1}) + T_{\text{cycle}});$$

falls für das Objekt ein gültiger Messwert vorliegt, sonst ergibt sich,

$$\tau_{\text{auy}}(t_j) = \text{MAX}(0, \tau_{\text{auyMax}}(t_{j-1}) - T_{\text{cycle}}/2)$$

mit

$$\tau_{\text{auy}}(t_j)_{\text{MAX}} = f_{\text{Tauy d}} * (d(t_j)/v_{\text{Ref}}(t_j)) + f_{\text{Tauy Kap}} * \tau_{\text{auy Kap}}.$$

Die Filterung mittels der drei Tiefpassstufen ergibt eine gesamte Gruppenlaufzeit von $3\text{Tauy}(t_j)$. Somit erhält man in drei Messzyklen folgende Lateralversätze:

$$yv1(t_j) = (T_{\text{cycle}}/\text{Tauy}(t_j) * (yv(t_j) - yv1(t_{j-1}))),$$

$$yv2(t_j) = (T_{\text{cycle}}/\text{Tauy}(t_j) * (yv1(t_j) - yv2(t_{j-1}))),$$

$$yv3(t_j) = (T_{\text{cycle}}/\text{Tauy}(t_j) * (yv2(t_j) - yv3(t_{j-1}))),$$

Aus dem Ausgangswert $yv3(t_j)$ des Filters lässt sich mit Hilfe der Trajektorienkrümmung $k_{\text{Traj}}(t_j)$ (vorher der Wert = k) der historische Lateralversatz zur Kursmitte wie folgt berechnen:

$$y\text{cHist}(t_j) = yv3(t_j) - k_{\text{Traj}} * (d(t_j) - vr(t_j) * 3\text{TauDy}(t_j))^2 / 2.$$

Hierbei korrigiert $vr(t_j) * 3\text{Tauy}(t_j)$ den aktuellen Abstand zum historischen Bezugspunkt $t_j - 3\text{Tauy}(t_j)$.

Als weitere Kenngröße für die Qualität des Historischen Lateralversatzes dient die Größe $y\text{cHistQ}$; sie berechnet sich aus der Winkelgüte Q_{α} (z.B. = 1) und der Beobachtungsdauer für die Berechnung des historischen Lateralversatzes:

$$y\text{cHistQ}(t_j) = \text{MIN}(1, y\text{cHistQ}(t_{j-1}) + Q_{\alpha} * T_{\text{cycle}}/\text{TauHist}(t_j)) \text{ bzw.}$$

$$\text{TauHist}(t_j) = f\text{TauHist} * (d(t_j) / v_{\text{Ref}}(t_j)),$$

falls ein Objekt gemessen wurde und ein gültiger Kursversatz vorliegt. Die Größe $f\text{TauHist}$ steht hier für den Anteil der Zeitlücke, ab dem ein eingeschwungenes Verhalten angenommen wird. Sonst gilt:

$$ycHistQ(t_j) = \text{MIN}(0, ycHistQ(t_{j-1}) - T_{\text{cycle}}/\text{TauHist}(t_j)).$$

Da der historische Lateralversatz erst nach einer längeren Wartezeit in hinreichender Qualität vorliegt, wird auf Basis des aktuellen Lateralversatzes y_v und der aktuellen Kurskrümmung ein aktueller Kursversatz yc_{Act} bestimmt, der schon mit ersten Messung eines Objekts einen lateral Kursversatz liefern kann:

$$yc_{\text{Act}} = y_v - y_v \text{Course} = y_v - d^2 * k_{\text{Course}}/2.$$

In Figur 4 ist ein Schaubild zur Verdeutlichung der Spurwahrscheinlichkeit der gemessenen Objekte gezeigt, wobei die aktuelle Spurwahrscheinlichkeit spw_{Act} und die historische Spurwahrscheinlichkeit spw_{Hist} parallel für den aktuellen Lateralversatz yc_{Act} und den historischen Lateralversatz yc_{Hist} in gleicher Weise erfolgt.

Basis der zuvor erwähnten Spurwahrscheinlichkeitsbestimmung ist, wie aus der Figur 4 ersichtlich, eine Fläche, die die konstante Breite L aufweist. Innerhalb dieser Fläche wird eine positive Spurwahrscheinlichkeit vergeben, während außerhalb diese negativ wird. Die höchste Wahrscheinlichkeit wird vergeben, wenn yc sich innerhalb der inneren Fläche befindet.

Ähnlich der an sich bekannten Fuzzy-Logik kann der Übergangsbereich unscharf gewählt werden, so dass eine Spurwahrscheinlichkeit von -1 bis $+1$ ermittelt werden kann. Die Breite des Übergangsbereichs spw nimmt vorteilhafter Weise bei großem Abstand zu.

In einem Diagramm nach Figur 5 ist eine Mischung der beschriebenen Spurwahrscheinlichkeiten gezeigt. Die beiden

Spurwahrscheinlichkeiten spw_{Act} und spw_{Hist} werden in Abhängigkeit von der Qualität des historischen Lateralversatzes yc_{HistQ} in der Zeit Tau_y gewichtet und zu einem neuen Wert spw gemischt. Die Gewichtungsfaktoren f_{Act} und $f_{Act}+f_{Hist}$ aus dem Diagramm nach der Figur 5 werden wie folgt gebildet. f_{Hist} für yc_{HistQ} ist groß falls die Beobachtungszeit etwa Tau_{yMax} entspricht. f_{Act} kann konstant sein oder anderweitig bestimmt werden.

Zeigen hierbei yc_{Act} und yc_{Hist} auf verschiedene Fahrspuren, so kompensieren sich die Werte entsprechend der Gewichte f_{Act} und f_{Hist} . Liegen sie dagegen auf der gleichen Fahrspur, so verstärken sie sich bis zum Maximalwert $f_{Act}+f_{Hist}$.

In Figur 6 ist ein Blockschaltbild 40 gezeigt, dass verschiedene Möglichkeiten zur Erfassung und Auswertung von Objekten im Kursverlauf k eines ACC-Fahrzeugs zeigt, die auch in unterschiedlichen Kombinationen, einzeln oder zusammen angewandt werden können. Im linken Zweig 41 ist eine Berechnung eines zukünftigen Kursverlaufs durch Addition der eigenen Trajektion aus der eigenen Gierrate mit einer kollektiven Gierrate in einem Block 42 dargestellt. In einem Block 43 kann nun unter Hinzuziehung der aktuellen Objektdaten eine Entscheidung darüber gefällt werden, ob ein detektiertes Fahrzeug sich im eigenen berechneten Fahrkorridor befindet und folglich als ein Objekt an das die eigene Geschwindigkeit angepasst werden soll in Frage kommt. Falls dies bejaht wird kann dann in einer Regelanordnung 44 die eigentliche Regelung durchgeführt.

In einem parallelen Zweig 45 soll hier ein Videosystem 46 vorhanden sein, mit dem ebenfalls eine Definition des eigenen Fahrkorridors und eine Erfassung eines vorausfahrenden Objekts als Regelobjekt erfolgen kann.

In einem weiteren Zweig 47 ist weiterhin ein Navigationssystem 48 vorhanden, dass mit Kenntnis des eigenen Standortes und unter Berücksichtigung von vorhandenem Kartenmaterial die gleichen Regelmechanismen wie zuvor beschrieben bewirken kann.

Mit einem weiteren Zweig 49 kann in einem Baustein 50 eine Kursprädiktion des ACC-Fahrzeugs 1 vorgenommen werden, die bei der Berechnung den zuvor beschriebenen historischen Lateralversatz zwischen dem ACC-Fahrzeug 1 und einem erfassten Objekt (Fahrzeug 5, 8) berücksichtigt.

In einem anderen parallelen Zweig 51 kann hier noch in einem Baustein 52 eine Kursbestimmung mittels eines durch die Interpretation der Position von Standzielen, beispielsweise am Fahrbahnrand, ermittelten Kursversatzes durchgeführt werden.

Im der eigentlichen Regelanordnung 44 kann nun unter Auswertung der Ergebnisse aus den Berechnungen der einzelnen Zweige 41, 45, 47, 49 und 51 eine endgültige Entscheidung über die Auswahl des vorausfahrenden Fahrzeugs gewählt werden, ggf. mit einer Gewichtung der Einzelergebnisse, an das das ACC-Fahrzeug seine Geschwindigkeit anpasst.

Ansprüche

1. Verfahren zur Regelung der Geschwindigkeit eines Fahrzeuges (1), bei dem
 - im zu regelnden Fahrzeug die Gier- oder Drehrate, insbesondere zur Ermittlung der Krümmung (k) der eigenen Fahrtrajektorie, erfasst wird und bei dem
 - mit einem Abstands- oder Positionssensor (6) mindestens ein vorausfahrendes Fahrzeug (8) oder mindestens ein sonstiges Objekt innerhalb eines Sensorerfassungsbereichs (7) detektiert wird, insbesondere hinsichtlich eines Versatzes vom Kurs des zu regelnden Fahrzeugs, dadurch gekennzeichnet, dass
 - der in vorgegebenen Messzyklen ermittelte Kursversatz (y_v) eines vorausfahrenden Fahrzeugs (5,8) um eine vorgegebene Zeitspanne (t_{hist}) verzögert und mit der dann jeweils aktuellen Krümmung (k) der Fahrtrajektorie ein historischer Kursversatz (y_{hist}) ermittelt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Verzögerung so gewählt ist, dass der historische Kursversatz (y_{hist}) nach etwa der Hälfte der Strecke zwischen dem zu regelnden Fahrzeug (1) und dem gemessenen Fahrzeug (5,8) bestimmt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der historische Kursversatz (y_{hist}) nach der Beziehung $y_{\text{hist}} = y_{\text{vhist}} - k \cdot d_{\text{hist}}^2 / 2$ ermittelt wird, wobei d_{hist} als historischer Abstand zwischen dem zu regelnden Fahrzeug (1) und dem gemessenen Fahrzeug (5,8) ebenfalls durch eine Verzögerung gebildet oder geschätzt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der historische Abstand (d_{hist}) nach der Beziehung $d_{\text{hist}} = d_{\text{aktuell}} - v_r \cdot t_{\text{hist}}$ geschätzt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Zeitspanne bis zum Erreichen des Maximalwertes (t_{hist}) um einen mit der Beobachtungsdauer wachsenden Anteil zu ($t_{\text{hist}}/d_{\text{dyn}}$) ergänzt wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der jeweils aktuelle Wert für die Krümmung (k) der Fahrtrajektorie des zu regelnden Fahrzeugs (1) um einen vorgegebenen Wert verzögert wird, wobei diese Verzögerung bei der Ermittlung des historischen Kursversatzes (y_{hist}) mit berücksichtigt wird.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass jeweils für den aktuellen (y_{cAct}) und den historischen Kursversatz (y_{hist}) eine Spurwahrscheinlichkeit ($\text{spwAct}, \text{spwHist}$) des gemessenen Fahrzeugs (5,8) für die eigene Fahrspur und/oder für die Nebenspuren (spwL, spwR) des zu regelnden Fahrzeugs (1) ermittelt werden.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Spurwahrscheinlichkeiten ($\text{spwAct}, \text{spwHist}$) in Abhängigkeit von der Qualität des historischen Lateral- oder

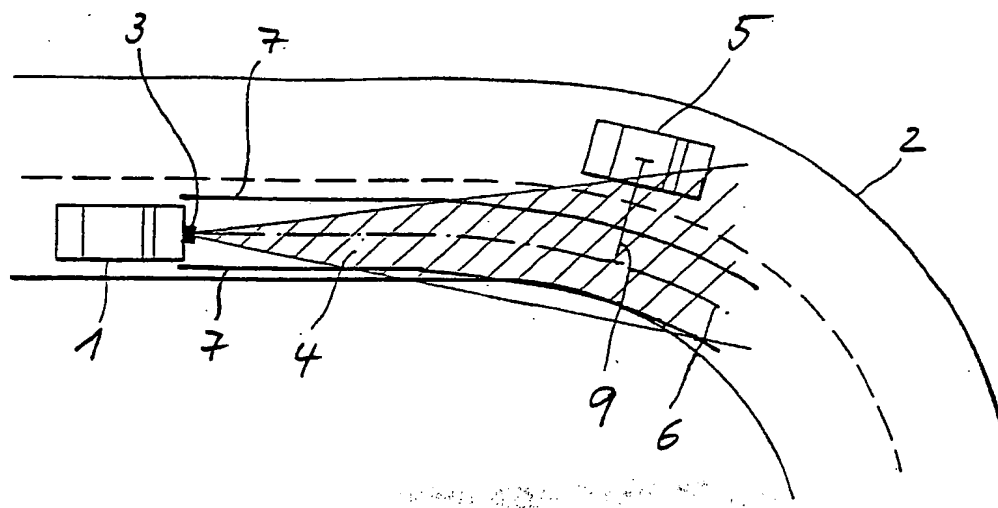
Kursversatzes (y_{hist}) zu einem neuen Wert (spw) gemischt werden.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass im zu regelnden Fahrzeug (1) eine Anzahl weiterer Detektionseinrichtungen (41,45,47,49,51) zur Erfassung der Position der vorausfahrenden Objekte (5) vorhanden sind und dass zur Auswahl eines vorausfahrenden Objekts (5,8) als das Fahrzeug, an das die Geschwindigkeit des zu regelnden Fahrzeugs angepasst werden soll, alle Ergebnisse dieser Detektionseinrichtungen (41,45,47,49,51) ausgewertet und gewichtet werden.

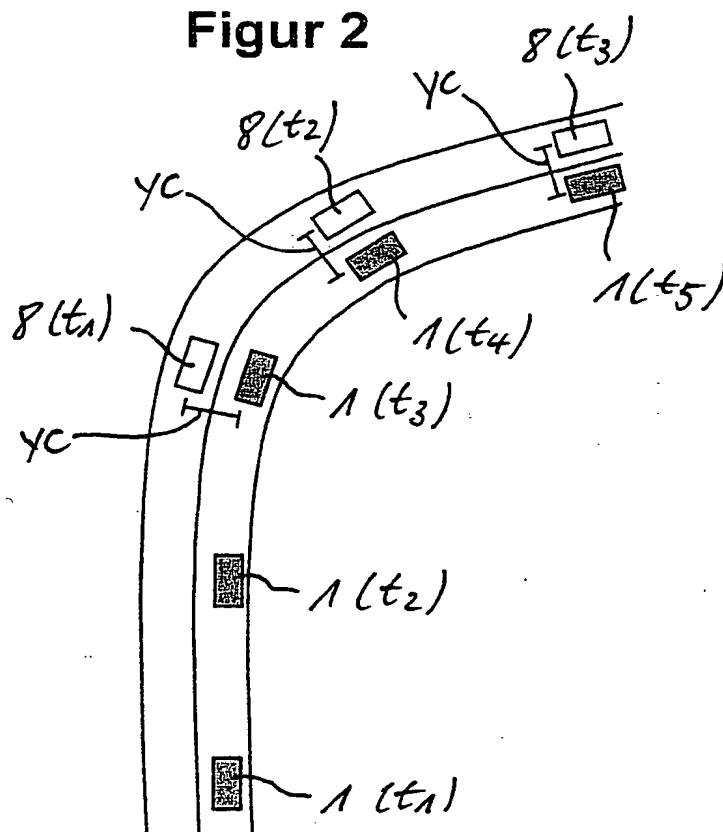
10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswertung und Gewichtung mit einer Videokamera, einem vorzugsweise satellitengestützten Navigationssystem, einer Anordnung zur Auswertung von Standzielen oder einer Anordnung zur Ermittlung einer kollektiven Gierrate von vorausfahrenden Objekten (5,8) durchgeführt wird.

THIS PAGE BLANK (USPIO)

Figur 1

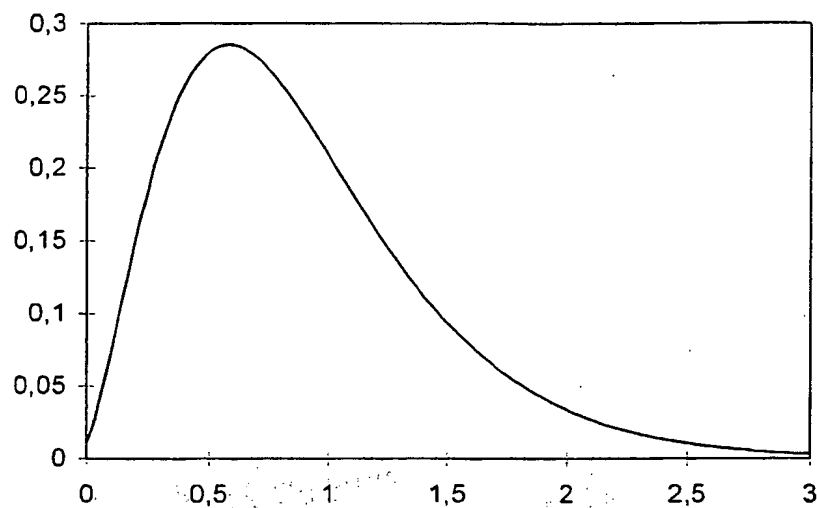


Figur 2

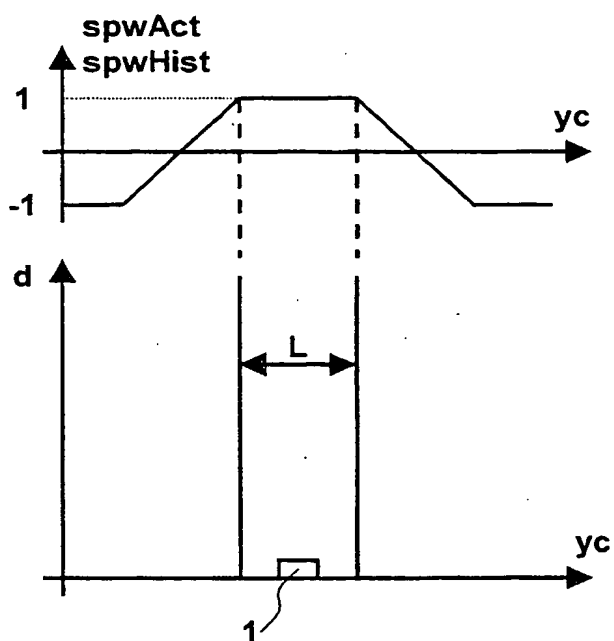


THIS PAGE BLANK (USPTO)

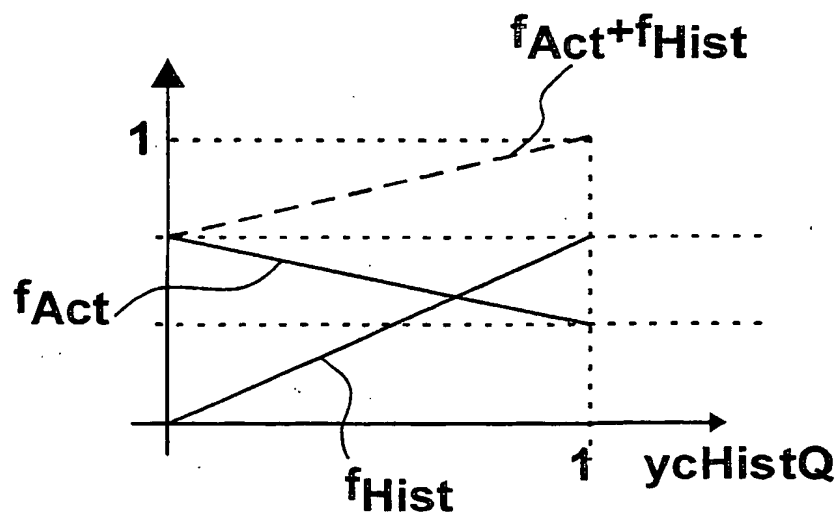
Figur 3



Figur 4

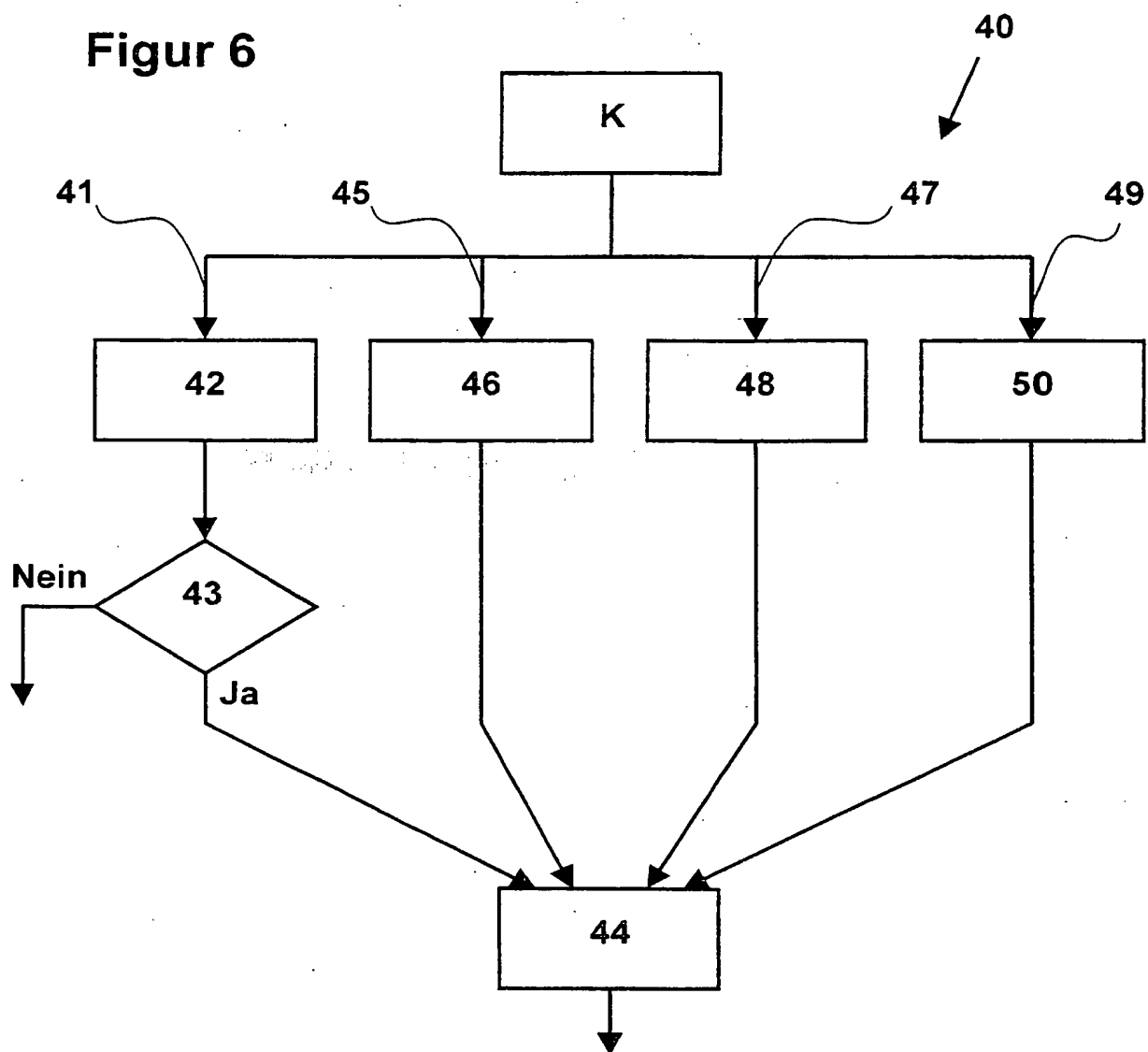


Figur 5



THIS PAGE BLANK (USPTO)

Figur 6



THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PC/DE 01/01276

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 G01S13/72 G01S13/93

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 G01S

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 402 129 A (GELLNER ROBERT C ET AL) 28 March 1995 (1995-03-28) abstract column 4, line 43 -column 11, line 15; figures 1-8	1,6,9
A	DE 197 22 947 C (BOSCH GMBH ROBERT) 25 February 1999 (1999-02-25) cited in the application abstract column 4, line 29 -column 6, line 57; figures 1-6 --- -/--	1,6,7

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *Z* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

13 July 2001

Date of mailing of the international search report

21/08/2001

Name and mailing address of the ISA
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Blondel, F

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 01/01276

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>DE 42 42 700 A (BOSCH GMBH ROBERT) 23 June 1994 (1994-06-23) cited in the application abstract column 2, line 20 -column 5, line 8; figures 1-4</p> <p>-----</p>	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International Application No
PCT/DE 01/01276

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5402129 A	28-03-1995	AU 686647 B	12-02-1998
		AU 7319094 A	28-02-1995
		BR 9407368 A	16-07-1996
		CA 2168787 A	16-02-1995
		EP 0713581 A	29-05-1996
		JP 9502017 T	25-02-1997
		WO 9504943 A	16-02-1995
		US RE36819 E	15-08-2000
DE 19722947 C	25-02-1999	WO 9854594 A	03-12-1998
		EP 0986765 A	22-03-2000
		US 6230093 B	08-05-2001
DE 4242700 A	23-06-1994	FR 2699686 A	24-06-1994
		JP 6242231 A	02-09-1994
		US 5483242 A	09-01-1996

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

.../DE 01/01276

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 G01S13/72 G01S13/93

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 G01S

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 5 402 129 A (GELLNER ROBERT C ET AL) 28. März 1995 (1995-03-28) Zusammenfassung Spalte 4, Zeile 43 -Spalte 11, Zeile 15; Abbildungen 1-8	1,6,9
A	DE 197 22 947 C (BOSCH GMBH ROBERT) 25. Februar 1999 (1999-02-25) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung Spalte 4, Zeile 29 -Spalte 6, Zeile 57; Abbildungen 1-6	1,6,7



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

13. Juli 2001

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

21/08/2001

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Blondel, F

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

ationales Aktenzeichen

PCT/DE 01/01276

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie ^a	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Beitr. Anspruch Nr.
A	<p>DE 42 42 700 A (BOSCH GMBH ROBERT)</p> <p>23. Juni 1994 (1994-06-23)</p> <p>in der Anmeldung erwähnt</p> <p>Zusammenfassung</p> <p>Spalte 2, Zeile 20 -Spalte 5, Zeile 8;</p> <p>Abbildungen 1-4</p> <p>-----</p>	1

INTERNATIONALE RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 01/01276

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5402129 A	28-03-1995	AU 686647 B	12-02-1998
		AU 7319094 A	28-02-1995
		BR 9407368 A	16-07-1996
		CA 2168787 A	16-02-1995
		EP 0713581 A	29-05-1996
		JP 9502017 T	25-02-1997
		WO 9504943 A	16-02-1995
		US RE36819 E	15-08-2000
DE 19722947 C	25-02-1999	WO 9854594 A	03-12-1998
		EP 0986765 A	22-03-2000
		US 6230093 B	08-05-2001
DE 4242700 A	23-06-1994	FR 2699686 A	24-06-1994
		JP 6242231 A	02-09-1994
		US 5483242 A	09-01-1996

THIS PAGE BLANK (USPTO)